2-4 التوازن الاستاتيكي

2-24 عرّف مصطلح التوازن الاستاتيكي:

ينص قانون نيوتن الأول على أن جسماً في حالة السكون (أو يتحرك بحركة خطية مستقيمة ذات سرعة ثابتة) فإنه يبقى كذلك ما لم تؤثر فيه قوّة محصلة. وتتمثل الخطوة الأولى في استخدام هذا القانون في رسم مخطط للجسم الحر موضوع الدراسة. يظهر التوازن الاستاتيكي عندما يتحقق قانون نيوتن الأول. لذلك، فالشرط الضروري للتوازن الاستاتيكي للجسم هو أن تساوي قوّة المحصلة المؤثرة في الجسم صفراً. وفي أنواع معينة لمنظومات القوى، يُضاف شرط آخر وهو أن يساوي عزم المحصلة، الذي يؤثر في الجسم صفراً.

2-25 يبيّن الشكل (15-أ) ستة أشخاص يلعبون لعبة شد الحبل. إن قوّة الانضغاط التلامسية بين الحلقة والعمود الثابت تساوي 15N . ما القوّة التي يبذلها الشخص في أقصى اليسار على الحبل؟

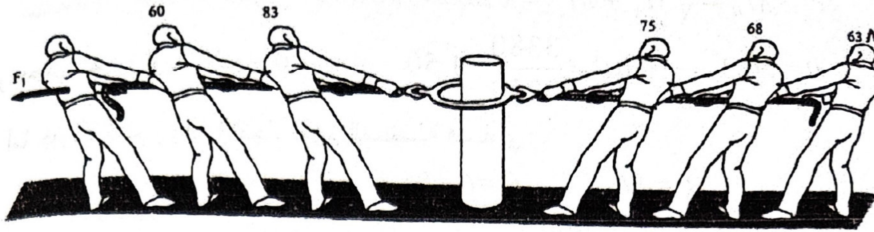
هناك طريقتان لحل هذه المسألة :

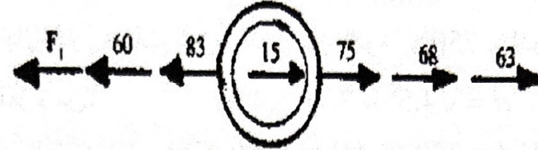
أ – من الشكل نجد أن قوّة المحصلة على الحلقة تساوي 15N تؤثر في اليسار. ومن تعريف قوّة المحصلة، معتبرين أن القوى التي تؤثر في الاتجاه الأيسر هي الموجبة.

$$F_1 = 78N \leftarrow \quad 15 = F_1 + 60 + 83 - 75 - 68 - 63 \quad \leftarrow \quad F = \Sigma F_1$$

ب– يبيّن الشكل(15–ب) مخطط الجسم الحر للحلقة. باستخدام تحديد المنحى في الجزء (آ) .نجد من شرط التوازن أن :

$$F_1 = 78N \leftarrow \quad F_1 + 60 + 83 - 18 - 75 - 68 - 63 = 0 \leftarrow \quad \Sigma F = 0$$





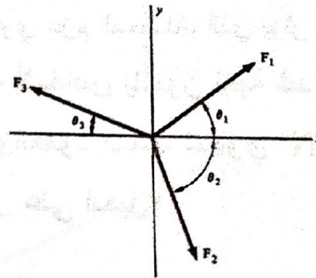
الشكل(15)

2-5 منظومة القوى المتلاقية – قوّة المحصلة ومتطلبات التوازن:

2-26 صف منظومة القوى المتلاقية وبيّن صيغتين لقوّة المحصلة:

تتقاطع خطوط الفعل لجميع القوى في منظومة القوى المتلاقية ، كما تؤثر قوّة محصلة هذه المنظومة من خلال نقطة التقاطع. يتطلب الوصف الكامل لهذه المنظومة تحديد مقدار، واتجاه هذه القوّة ومنحاها. ويبيّن الشكل(16) مثالاً على منظومة قوى متلاقية.

إن الزوايا $\theta_1\theta_2$ وθ_3 تحدد اتجاهات القوى بالنسبة إلى المحور x.

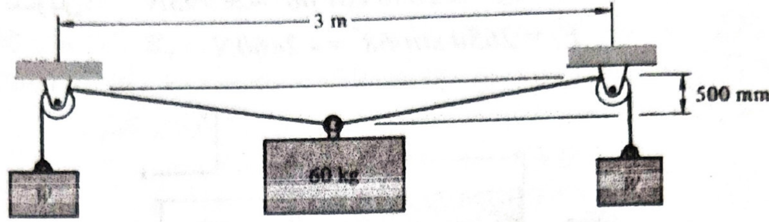


الشكل(16)

هناك طريقتان للحصول على محصلة منظومة قوى ثنائية الأبعاد سبق أن تحدثنا عنهما سابقاً. الطريقة الأولى هي بيانية تستخدم قانون متوازي الأضلاع، أو المثلث، أو المضلع لجمع القوى.

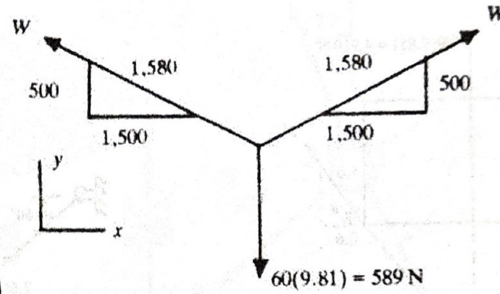
في الطريقة الثانية، نحصل على مركبتي النتيجة حسابياً، ننسب القوى إلى مجموعة إحداثيات xy ، كما في المسألة (2-8)

2-27 احسب قيمة W المطلوبة لتحقيق التوازن في الشكل(17-أ)



يؤثر في كل من الوزنين **W** قوّة شد في الكبل **F** وقوّة وزن **W**. وهاتان القوتان المتسامتتان تشكلان منظومة قوى متسامتة. إن منظومة القوى المؤثرة في الكتلة **60kg** هي منظومة قوى متلاقية، حيث مخطط الجسم الحر لها مبيّن في الشكل (17-ب) . وكي يتحقق التوازن:

$$W=931\ N \leftarrow \quad 2\left(\frac{500}{1580}\right)W-589=0 \quad \leftarrow \Sigma F_y=0$$



الشكل (17- ب)

2-28 يُربط كابل بطول 6m بالعمودين المبيّنين في الشكل(18-أ) . كتلة القفص تساوي 500kg. احسب المركبتين x و y للقوّة التي يبذلها الكابل على العروتين. واحسب قوّة الشد في هذا الكابل.

تؤثر في الكابل قوّة الوزن W وقوتا الشد في الكابل F. تشكل هذه القوى منظومة قوى متلاقية، ذلك أن خطوط الفعل تتقاطع جميعها عند النقطة a في مخطط الجسم الحر المبيّن

إن الطول الكابل ℓ بين العمودين والقفص يساوي:

$$l=\frac{1}{2}(6-2.8)=1.6m$$

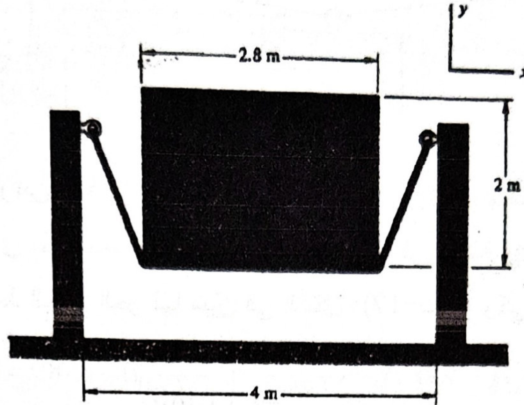
$$\theta=68^\circ \quad \leftarrow \quad \cos\theta=\frac{0.6}{1.6}$$

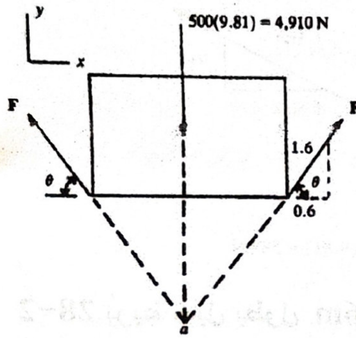
ولتوازن القفص: $F=2650\ N \leftarrow \ -4910+2F\sin 68^\circ=0 \ \leftarrow \ \Sigma F_y=0$

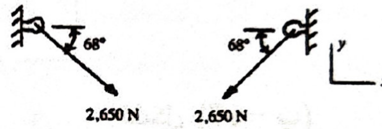
يبيّن الشكل القوتين اللتين تؤثران في العروتين. إن قيمة مركبتي القوّة اللتين تؤثران في العروتين تساويان:

$$F_x = \pm 2650 \cos 68^\circ = \pm 993N$$

$$F_y = 2650 \sin 68^\circ = - 2460N$$







الشكل(18)

2-29 يسمى الجهاز المبيّن في الشكل(19-أ) جدول قوى. إن القوتين F_1 وF_2 معلومتا المقدار والاتجاه، ومطبقتان على الحلقة، كما أن القوتين R_a و R_b معلومتا الاتجاه ومجهولتا المقدار ومطبقتان أيضاً على الحلقة. عُدّل مقدار كل من القوتين الأخيرتين بحيث أصبحت الحلقة متحدة المركز مع عمود جدول القوى، تحت هذه الظروف نجد أن الحلقة في وضعية توازن بسبب منظومة القوى المتلاقية F_1F_2 R_a وR_b . إذا كان مخطط الجسم الحر للحلقة كما هو مبيّن في الشكل(19-ب) . احسب R_a و R_b.